PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 16. 20. Januar 1900. 1. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
D. A. Kreider, Methode zur Erkennung und Trennung von rechts- und linksdrehenden Krystallen. S. 185.

Vorträge und Reden:
O. Kammerer, Über den Zusammenhang der Maschinentechnik mit Wissenschaft und Leben. S. 186.

Vorträge und Discussionen von der 71. Naturforscherversammlung zu München:
21. M. Grübler, Ringspannungen und Zugfestigkeit. S. 190.

Referate:
G. Müller u. P. Kempf, Bestimmung der Helligkeit von 96 Plejadensternen. S. 191.

Besprechungen:
M. v. Rohr, Theorie und Geschichte des photographischen Objektivs. S. 191.

Personalien. S. 192.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Eine Methode zur Erkennung und Trennung von rechts- und linksdrehenden Krystallen.[1])

Von D. Albert Kreider.

Da hemiedrische Flächen relativ selten vorkommen, so muss man sich bei der Erkennung und Trennung optisch aktiver Krystalle auf ihre optischen Eigenschaften stützen. Bisher wurden dazu gewöhnlich das Polarimeter oder das Polarisationsmikroskop verwendet. Bei diesen Apparaten ist indessen die Beobachtung immer nur auf einen Krystall gleichzeitig beschränkt.

Die unten beschriebene einfache und ausserdem äusserst empfindliche Anordnung erweist sich als wesentlich zweckmässiger, indem sie gestattet, ein ganzes Häufchen von Krystallen mit einem Blick zu prüfen oder ihre optische Natur während des Wachstumes zu untersuchen, ohne sie irgendwie zu erschüttern.

Charakteristisch für dieselbe ist ein grosses und gleichmässig gefärbtes Gesichtsfeld, von einer solchen Farbe, dass eine in dasselbe gebrachte Mischung von rechts und links drehenden Krystallen verschiedene Farben annimmt, auffallend genug, sie leicht unterscheiden und trennen zu können. Der Apparat besteht aus Nicolschen Prismen und optisch aktiver Substanz, wozu sich besonders ein Krystall von der Art eignet, die man gerade untersucht. Wenn die zwei Nicols gekreuzt stehen und der Krystall zwischen dieselben gebracht wird, so wird auffallendes weisses Licht wieder durchgelassen, d. h. es erscheinen Farben, die wechseln, wenn man den Analysator dreht. Wenn der letztere so eingestellt ist, dass eine blaue Farbe erscheint und dann so weit gedreht wird bis das Blau gerade in Purpur übergeht, so hat man ein sehr empfindliches Feld, in welchem Krystalle von derselben Natur wie der „Feldkrystall" die blaue Farbe wieder herstellen, während solche von entgegengesetzter Natur rote oder fleischfarbige Töne erzeugen. Die Natur des Feldkrystalls, welcher dicker sein soll als alle zu untersuchende Krystalle, wird durch die Richtung der kleinsten Umdrehung des Analysators (von der gekreuzten Stellung der Nicols aus gerechnet) bestimmt, welche blaue Färbung bewirkt. Nach dieser Festsetzung bestimmt die Farbe, welche ein in das Feld gebrachter Krystall annimmt, sofort seine Natur. Wenn man die Krystalle auf einem Glasstreifen ausbreitet, kann man sie bequem durch das Feld hindurchbewegen und, wenn gewünscht, trennen, indem man alle diejenigen heraussucht oder auf die eine Seite schiebt, welche die blaue Färbung verstärken. Die Figur zeigt die Anordnung der einzelnen Teile, welche einfach mittelst Klammern eines Universalstativs festgehalten wurden. Die Lichtwelle war ein Argand oder Welsbachbrenner, welcher sein Licht von a aus auf den Spiegel b warf, der es vertikal in den Polarisator c reflektierte. Über dem Nicol war eine bikonvexe Linse d mit kleiner Brennweite und in seinem Brennpunkt der Feldkrystall e von Chornatrium befestigt, von einer Korkscheibe gehalten. Auf diese Weise war das sämtliche Licht der Rotationspolarisation ausgesetzt und bildete ein stark divergirendes Bündel. An der Stelle, wo der Lichtkegel einen Querschnitt von ungefähr 7—8 cm Durchmesser hatte, war eine plankonvexe Linse von grösserer Brennweite mit

1) Ausführlich in Americ. Journ. of Science, S. 133, 1899.

der ebenen Seite oberhalb angebracht; auf diese wurde ein Glasstreifen gelegt, der als Tisch für die zu untersuchenden Krystalle diente. In dem Vereinigungspunkt des durch die zweite Linse gegangenen Lichtes wurde der analysierende Nicol aufgestellt, durch den die Krystalle direkt beobachtet wurden, indem man das Auge *ab* näherte. Drehte man den Analysator, so zeigten die Krystalle den erwarteten Farbenwechsel und konnten aufs Schönste unterschieden werden. Natürlich mussten die Krystalle bei der Untersuchung vor diffusem Lichte geschützt werden.

Gleane Physical Laboratory, Yale University, U. S. A.

(Aus dem Englischen übersetzt von H. Th. Simon.)

(Eingegangen 2. Jan. 1900.)

VORTRÄGE UND REDEN.

Über den Zusammenhang der Maschinentechnik mit Wissenschaft und Leben.

III. Teil der am 19. Oktober 1899 in der[1]) Festhalle der Königlich Technischen Hochschule zu Berlin anlässlich ihrer Jahrhundertfeier gehaltenen Festreden.

Von Otto Kammerer.

An festlichem Tag ist es Pflicht, das langgestreckte Thal des Fachwissens zu verlassen und von der Bergspitze eines allgemeineren Standpunktes Umschau zu halten nach den Saumpfaden, die in das vielgestaltige Gelände der verwandten Künste und Wissenschaften führen.

Die Maschinenbaukunst bildet heute ein so weitgedehntes Arbeitsfeld, dass der Einzelne nur auf einem kleinen Teil desselben schürfen und muten kann. Allzu nahe scheint daher die Gefahr der Absonderung, des Einseitigwerdens gerückt, und es mag wohl die Frage aufgeworfen werden: Ist zu befürchten, dass der auf technischem Gebiet Thätige den Blick für öffentliches Leben und für Gemeinwesen verliert und unbrauchbar wird für Lösung allgemein menschlicher Aufgaben, oder ist technische Wissenschaft so untrennbar mit allen Gebieten des Schaffens verknüpft, dass nur der Ingenieur fruchtbringend arbeiten kann, der über die Enge des Faches hinaussieht auf die Weite des Lebens?

Zur Beantwortung dieser Frage möge der Versuch gestattet sein, die bedeutendsten Wissensgebiete auf ihren Zusammenhang mit der Ingenieurthätigkeit zu prüfen.

Wenn wir unter den Wissenschaften, welche die Technischen Hochschulen pflegen, Umschau halten, dann geziemt es sich, als das dem Maschinenbau stammverwandteste Gebiet den Schiffbau an erster Stelle zu nennen.

Wie die Maschine aus Eisen und Stahl mit umfangreichen mechanischen Hilfsmitteln unter Mitwirkung gesteuerter Naturkraft nach wissenschaftlich konstruiertem Plane entsteht, so erwächst auch das moderne Schiff aus Stahl, auf Werften, die mit kraftvollen Werkzeugmaschinen ausgerüstet sind. Gleiche geistige Arbeit und gleiche Hilfsmittel wirken bei der Entstehung.

Diese Verwandtschaft mag aber eine äusserliche sein: das Segelschiff vertraut sich einer Naturkraft an, aber es beherrscht sie nicht. Mit dem Auftreten der kraftspendenden Kohle ändert sich das Bild. Anfangs ist die Dampfmaschine unentwickelt gegenüber der Masse des Schiffes; mit der Vervollkommnung der Dampfmaschine hinsichtlich des Kohlenverbrauches und mit der Verminderung ihres Eigengewichts wächst die Maschinenleistung im Verhältnis zur Wasserverdrängung, die Schiffsgeschwindigkeit und die Manövrierfähigkeit steigen. Die Beherrschung der mechanischen Energie macht das Schiff sicher und frei.

Die Verwendung gebändigter Kraft beschränkt sich nicht auf die Bewegung des Propellers; erfordert doch die Umstellung des Steuerruders eines modernen Schnelldampfers allein eine Energie von etwa hundert Pferdestärken.

Die Manöver mit Ankern und Booten, die Bewegung der Schiffsladung, die Lüftung, Beleuchtung und Kühlung der Schiffsräume verlangen Kraftverteilung über das ganze Schiff.

Alle diese Aufgaben aber, welche der Schiffbau dem Maschinenbau stellt, wird nur der Ingenieur lösen können, der mit der Eigenart der Schiffahrt vertraut ist und der sich bewusst ist, dass er die Schiffahrt fördern muss, nicht einseitig den Maschinenbau.

Das Bau-Ingenieurwesen hat zu zwei verschiedenen Zeiten beherrschte Naturkraft und damit den Maschinenbau in seinen Bereich gezogen. Der erste Einbruch erfolgt in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts: die Lebensarbeit Stephensons, die Lokomotive, erschliesst dem Bau-Ingenieur ein ganz neues Arbeitsfeld. Gleichzeitig treten anstelle der vordem ausschliesslich bautechnischen Hilfs-

1) Vgl. diese Zeitschrift I, S. 70.

mittel Werkzeuge, die durch mechanische Energie bethätigt werden: Dampframmen, Bagger, Gesteinsbohrmaschinen, Transport- und Hebemaschinen. Dabei ist die Maschine indessen nur Werkzeug, das mit Vollendung des Baues verschwindet.

Als neues Glied aber erscheint der Maschinenbetrieb bei seinem zweiten Einbruch in das Bau-Ingenieurwesen jetzt zu Ende des neunzehnten Jahrhunderts. Die Einführung der mechanischen Energie in den Kanalbetrieb in Gestalt von Maschinenschleusen, Schiffshebewerken und schiefen Ebenen eröffnet den modernen Wasserstrassen bergige Gelände, die ihnen bisher verschlossen waren, schafft dadurch Umgestaltungen im volkswirtschaftlichen Leben und stellt dem Maschinenbau völlig neue Aufgaben.

Ein dritter Einbruch des Maschinenwesens wird vielleicht dann zur That werden, wenn die Fernleitung elektrischer Energie die Bannmeile der Städte überspringt und die Fernbahnen in ihren Bereich zieht, nachdem sie jetzt schon das Gebiet der Bergbahnen und der Strassenbahnen im Laufe weniger Jahre erobert hat.

Bahnbrechend wird bei all diesen Aufgaben nur derjenige Maschinen-Ingenieur wirken können, der den Endzweck der zu schaffenden Verkehrsanlage versteht, der seine Lokomotive dem Gelände anzuschmiegen weiss, der bei Ausrüstung einer Hafenanlage das Wirtschaftsleben der Seestadt kennt, der bei der Anlage von Schleusen und Hebewerken das zukünftige Verkehrsleben auf der Wasserstrasse vor Augen sieht, kurz nur derjenige, der über sein eigentliches Arbeitsfeld hinausschaut auf die volkswirtschaftliche Bedeutung des zu schaffenden ganzen Werkes.

Wenn die Frage nach den Beziehungen zwischen den chemischen und hüttentechnischen Wissenschaften einerseits und dem Maschinenbau andererseits gestellt wird, dann wandert wohl der Blick zunächst auf die Hochöfen und Stahlwerke, in denen chemische Prozesse unter Hilfe von gewaltiger Maschinenkraft durchgeführt werden. So unbedingt notwendig schnellhebende Krähne und tausendpferdige Gebläse für ein Konverter-Stahlwerk sind, so bleibt doch die Maschinenkraft in all diesen Werken nur Hilfsmittel; sie greift nicht in den chemischen Prozess selbst ein.

Ein weit innigeres Zusammenarbeiten der chemischen und mechanischen Kräfte finden wir da, wo die hydraulische Energie der Gebirgswasser Norwegens und der Schweiz, und da, wo die chemische Energie der Braunkohlenlager der norddeutschen Tiefebene zunächst in mechanische Energie, dann in elektrische und endlich in chemische Energie verwandelt wird zur Gewinnung von Calciumcarbid und Aluminium. Diese Arbeitsstätten geben ein Bild moderner Ingenieurkunst wie kaum irgendwelche andern; ist doch in der Umsetzung der Energieformen die vornehmste Aufgabe des Maschineningenieurs zu erkennen. Vor dem nach vorwärts blickenden Auge aber steht als erstrebenswertes Ziel die Energieverteilung in Form chemisch gebundener Kraft, ein Ziel, das in den elektrischen Batterien vorerst nur einen nebelverschleierten Ausblick ahnen lässt.

Wenn wir von den Studierenden unserer Abteilung mit Recht das Vertrautsein mit den Grundlagen der Chemie verlangen, so will diese Forderung nicht die Aneignung einiger Einzelkenntnisse in der Metallgewinnung erzwingen, sondern sie will Erweckung des Verständnisses für das Wirken der Naturkraft in ihren verschiedenen Energieformen und will Erweiterung des Gesichtskreises hinaus über die Enge des Fachs.

Architektur und Maschinenbau stellen gewissermassen die äussersten Pole im Wissenschaftsbetriebe der Technischen Hochschule vor. Äussere Verknüpfungen sind nur wenige vorhanden: in neuerer Zeit zieht allerdings die Baukunst mehr und mehr die Maschinenkraft als Handlanger heran; es mag hier etwa erinnert werden an die elektrisch betriebenen Hebemaschinen, die bei dem Berliner Dombau zum erstenmal für Bauzwecke verwendet wurden. Andererseits sind der Baukunst in unserer Zeit grosse Aufgaben erwachsen in dem Entwurf grosszügiger Nutzbauten für Hafenspeicher und Bahnhöfe, für Fabriken und elektrische Centralen, schwierige und eigenartige Aufgaben, welche die Baukunst an vielen Orten meisterhaft gelöst hat.

Für den intimer Beobachtenden aber spinnen sich feinere Fäden zwischen den beiden Gebieten. Diejenige Periode, in welcher das Wesentliche eines Stils in den äusseren Zierformen gesucht wurde, ist glücklich überstanden; wie in der Entwickelung des Eisenbaues die konstruktiven Linien mehr und mehr in ihr Recht getreten sind und die kleinlichen Verkleidungen und Verzierungen verdrängt haben, so tritt jetzt in der Architektur das Bestreben zu Tage, in erster Linie das dem Material und der Bearbeitung Eigentümliche zu betonen, den Zweck, das Sachliche als massgebend für die Gestaltung voranzustellen und die Schmuckformen als das in zweiter Linie Stehende zu betrachten. In der That sind die edelsten Stilformen meist auch konstruktiv gewesen, erst in der Verwilderung wird die Formgebung unkonstruktiv. Die genannte Bewegung ist freilich eine noch so in Gährung begriffene, dass man vorerst nur von dem Bestreben, nicht von dem Erfolg sprechen kann; immerhin aber darf

man wohl sagen, dass der konstruktive Gedanke, der im Maschinenbau der allein herrschende ist, auch im Reich der Baukunst in unserer Zeit wieder zum lebhaften Durchbruch gekommen ist.

Von dem Ingenieur aber, der bei Ausführung von Nutzbauten dem Architekten helfend zur Seite stehen muss, ist zu fordern, dass er der schwierigen künstlerischen Aufgabe des letzteren mit Verständnis und Anpassungsfähigkeit entgegenkommt.

Naturwissenschaften und Technik werden zumeist in dem Sinn zusammengefügt, dass jene das Allgemeine, Ursprüngliche vorstellen, diese als das Besondere, Angewendete erscheint. Es wird meist angenommen, dass die Technik aus den fertigen Naturwissenschaften als deren Folgerung hervorgegangen sei. Ganz gewiss verdankt die Technik den Naturwissenschaften wertvollste Förderung: es mag hier nur erinnert werden an Namen wie Robert Mayer, Mariotte und Gay-Lussac, an Ohm und Faraday.

Die historische Entwickelung aber war keine hintereinander geschaltete, sondern eine parallel laufende: die Maschinen für Umsetzung der Energie des strömenden Wassers in mechanische Energie, für Wasserförderung, für Bergwerksbetriebe, für Mühlenbetriebe aller Art waren längst dem wirtschaftlichen Leben dienstbar, ehe die Mechanik sich die Aufgabe stellte, die dynamischen Vorgänge in diesen Maschinen mit wissenschaftlicher Genauigkeit zu untersuchen. Selbst in unseren Tagen geht die Ausführung einer neuen Maschinenart häufig voran, die wissenschaftliche Untersuchung und die Theorie der Maschine folgen der Ausführung: Gasmotoren und Dynamomaschinen waren in grosser Zahl in Betrieb, ehe die Theorie derselben bekannt war.

Naturwissenschaft und technische Wissenschaft gehen getrennte Wege: erstere stellt ihr Experiment an unter sorgfältiger Beseitigung aller störenden Nebenwirkungen und in kleinem Massstab; letztere muss gerade den Einfluss aller der Wirklichkeit anhaftenden Nebenwirkungen zu ergründen suchen; sie darf nicht von dem Massstab der Ausführung auf einen wesentlich kleineren zurückgehen, wenn nicht Irrtümer entstehen sollen. Auf diesem technischwissenschaftlichem Weg haben Watt und Hirn ihre Untersuchungen über Kondensation und Überhitzung ausgeführt, auf diesem Weg hat Bauschinger die Festigkeitslehre ausgebaut, hat Siemens das Prinzip der Dynamomaschine geschaffen.

Das naturwissenschaftliche Experiment sucht — befreit von allen Nebenwirkungen — eine klare Gesetzmässigkeit nachzuweisen, die durch analytische Methode mathematisch genau und einfach dargestellt werden kann. Der technische Versuch — aus vielfältigen Einzelwirkungen sich zusammenfügend — wird in den seltensten Fällen ein einfaches Gesetz erkennen lassen: das Schaubild giebt meist eine unregelmässige und nur annähernd genaue Kurve, die sich der analytischen Behandlung spröde erweist. Die Technik war daher genötigt, die graphischen Methoden einzuführen, die unter Verzichtleistung auf äusserste Genauigkeit es gestatten, beliebig gestalteten Kurven zu folgen, wie sie bei Entwurf von Mehrfach-Expansionsmaschinen und Steuerungen, bei Darstellung dynamischer und hydraulischer Vorgänge vielgestaltig zu Tage treten. Die graphische Statik ist zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel geworden, die graphische Behandlung der Wechselströme hat eine verwickelte Aufgabe durchsichtig gelöst. Der Physiker kann den geraden Weg einer geordneten Versuchsreihe gehen und daraus ein zwingendes Ergebnis ableiten, der Techniker muss durch das verschlungene Dickicht einzelner Versuche an sehr verschiedenartig ausgeführten Maschinen einen Richtweg zu finden trachten.

Naturwissenschaft und Technik sind unabhängig von einander entstanden und sind durch ihre Natur zu getrenntem Fortschreiten gezwungen, haben aber vielfach ihre Pfade gekreuzt und sich gegenseitig gefördert. In ihrem Zusammenwirken bei getrenntem Weg liegt die Zukunft unserer Kultur.

Medizinische Wissenschaften pflegen zumeist in dem Zusammenhang mit der Technik genannt zu werden, dass durch das Anwachsen der letzteren zahlreiche Berufskrankheiten entstanden seien, die der Heilkunde eine grosse Aufgabe stellen. Gewiss sind durch die rasche Umwandlung vom Ackerbaustaat in den Industriestaat — wie sie in England und Deutschland sich vollzogen hat — zahlreiche Missstände sozialer und gesundheitlicher Art entstanden, und es ist anfangs versäumt worden, thatkräftige Gegenwehr einzuleiten. Heute aber darf man behaupten: die modernen Werkstätten der Industrie gewähren dem Arbeiter einen weit gesunderen Arbeitsraum, als er dem Kleinhandwerker je geboten wird. Das gegenwärtig lebhafte Bestreben einzelner Städte und industrieller Werke, gesunde Arbeiterhäuser und Kleinbeamtenwohnungen zu schaffen, wird vielleicht in wenigen Jahrzehnten die Verhältnisse so umgestaltet haben, dass dann der Ruf laut werden wird: Gesunde Wohnungen dem Landarbeiter!

Die Erfolge, welche die Gesundheitstechnik auf dem Gebiet des Städtewesens bereits errungen hat, sind so offenkundig, dass sie kaum genannt zu werden brauchen: Die Bekämpfung der epidemischen Krankheiten durch Wasserwerke und Entwässerungs-Anlagen, die weiträumigere Bebauung als wirtschaftliche Folge rasch und billig befördernder Strassenbahnen,

die Entlastung der Kleinhandwerker von harter körperlicher Arbeit durch elektrische Kraftverteilung, all diese technischen Mittel haben mitgeholfen, die Sterblichkeitsziffer zu vermindern und haben sie in einzelnen Grossstädten bis auf zwei Drittel von ehedem herabgesetzt. Schulhygiene und Wohnungsaufsicht werden in Zukunft medizinische Wissenschaften und Technik in noch engere Berührung bringen. Der dem Arzt zur Seite stehende Ingenieur aber muss sich bewusst sein, dass sein Endziel nicht die jeweilige technische Anlage, sondern die menschliche Gesundheit sein muss.

Juristische Wissenschaften und Technik berühren sich heute auf nahezu allen Gebieten staatlicher und privater Thätigkeit. Dem Patentgesetz verdankt die technische Geistesarbeit weitreichenden Schutz; die Wertschätzung dieser Arbeit wird allgemein werden, wenn das Urheberrecht von dem geschriebenen geistigen Eigentum einmal ausgedehnt wird auf das in Zeichnung verkörperte, denn die zeichnerische Darstellung bildet die lebendige internationale Sprache des Ingenieurs.

Das moderne Staatsleben hat sein Gepräge erhalten durch soziale Gesetzgebung, die, durch den Fortschritt der Technik veranlasst, der Rechtswissenschaft eine völlig neue Strasse erschlossen hat.

Im Haushalt städtischer Gemeinwesen müssen Rechtskunde und Technik auf ganzer Linie zusammenwirken, wenn Gedeihliches entstehen soll; immer lauter wird daher der Ruf nach Verwaltungsbeamten, die neben vielseitiger technischer Ausbildung über die erforderliche Rechtskenntnis und Verwaltungspraxis verfügen. Die Technischen Hochschulen werden sich nicht mehr lange der Forderung entziehen können, technische Verwaltung in ihr Lehrgebiet aufzunehmen und dadurch den Ingenieur zu dem Mann zu machen, der berufen ist, das Steuer städtischer Verwaltung zu führen.

Von den historischen Wissenschaften scheint keine Brücke sich zu spannen zu der Technik. Geschichte wurde ehedem nur vom dynastischen, militärischen und legislativen Standpunkt aus geschrieben, die kulturgeschichtliche Behandlung gehört erst der neueren Zeit an. Der Einfluss, welchen die Beherrschung der Naturkraft auf menschliche Entwickelung ausgeübt hat, ist noch kaum genannt.

Die Erhebung aus dem Urzustand beginnt mit der Entzündung des Feuers, mit der Beherrschung der Sonnenenergie, welche in der Vegetation gebunden ist. Die Bändigung dieser Naturkraft ermöglicht die Bearbeitung der Metalle. Die Bedeutung dieses grossen ersten Schritts finden wir künstlerisch erklärt in den Gestalten des Prometheus und Hephaistos, des Vulkan und Loge.

Weit ist von da der Weg bis zur glänzenden Entwickelung hellenischer Kunst und römischer Staatengründung. Die hohe Blüte damaliger Kultur entfaltete sich nur in einem gütigen Klima, wo der Mensch nicht hart mit rauher Natur zu kämpfen hat, und entsprosst nur bei einem winzigen Bruchteil der Menschheit auf Kosten des Sklavereizustandes der erdrückenden Mehrheit. Die nahezu kostenlose Menschenkraft weckt kein Bedürfnis nach Beherrschung der Naturkraft; Wassermühlen waren zur Zeit des römischen Imperiums bekannt, fanden aber keine Verbreitung; es erschien einfacher, die Mühlsteine durch Sklaven und Kriegsgefangene drehen zu lassen.

Mit dem Einbruch der sozialen Bewegung des Christentums wird dieser Zustand labilen Gleichgewichts unhaltbar, die Befreiung erfolgt. Aber sie kostet ein schweres Opfer: es ist kein Stand mehr da, der allein alle harte Arbeit leistet, die Musse für Pflege der Kunst wird verkümmert, der Kulturzustand sinkt. Desto mehr drängt jetzt der Kampf mit nordischer Natur dazu, Naturkraft dienstbar zu machen. In langsamer aber stetiger Entwickelung wird die Energie des strömenden Wassers und der bewegten Luft in den Dienst des Menschen gestellt für Betriebe verschiedener Art, in erster Linie aber für Bergwerke, die im mittelalterlichen Deutschland regsam betrieben werden.

Eine ganz neue Kulturepoche aber setzt erst zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts ein, als die an die Kohle gebundene Sonnenenergie früherer Jahrtausende dem Menschen unterthan wird. Nicht ein Zufall führte zur Dampfmaschine, die Zeit der Kohle musste sie unabwendbar schaffen als das Erzeugnis vieler denkenden Geister: Papin, Savary, Newcomen trugen die ersten Bausteine herbei, aus denen Watt den fertigen Bau fügte.

In der gleichen Zeit fegt der Sturm der Revolution über das zermürbte Staatsgebäude, abermals erfolgt die Befreiung eines gedrückten, allein Arbeit leistenden Standes. Die neuen Ideen aber werden gehemmt durch Reaktion. Erst als Lokomotive und Dampfer die Welt durchbrausen, wird der Durchbruch der modernen Zeit unaufhaltsam und führt zur Ausbildung eines neuen Staatenlebens.

Beherrschung der Naturkräfte und Kulturentwickelung stehen in untrennbarem Zusammenhang; eine geschichtliche Darstellung dieser Verknüpfung wird vielleicht eine Brücke schlagen von den ehrwürdigen historischen Wissenschaften zu den modernen technischen.

Dieser flüchtige Umblick lässt erkennen, dass die Ingenieurthätigkeit verknüpft ist mit allen Richtungen menschlichen Schaffens, hin-

eingreift in alles öffentliche Leben, untrennbar ist von aller modernen Kultur. Der rechte Ingenieur wird daher nimmermehr ein einseitiger Fachmann sein können, er muss ein freies Auge mitbringen für Gemeinwohl und ein offenes Herz für Menschenschicksal. Wenn diese Erkenntnis erst einmal bei der Allgemeinheit durchgedrungen ist, dann wird auch nicht länger mehr die gebildete Welt alles, was nach Technik und Maschine klingt, als ein feindliches Element betrachten, das angeblich öden Materialismus mit sich schleppt, Poesie und Phantasie vernichtet.

Das geistige Auge des technisch Denkenden sieht in dem Eisengerippe einer Brücke nicht ein starres, phantasieleeres Ornament, sondern ein bewegtes Kräftespiel, in den Stahlgliedern einer arbeitenden Maschine nicht geräuschvolles sinntötendes Wirrwarr, sondern die planmässige Arbeit der Naturkräfte; die Phantasie des naturwissenschaftlich Schauenden sieht in der bewegungslosen Pflanze und im starren Gestein geheimnisvolle nimmerrastende Kräfte, sieht überall Leben und Energie, wo das gewöhnliche Auge nur ruhende Linien wahrnimmt. Für diese Phantasie wird die Natur ihren Zauber nicht verlieren, wenn die Schienenbahn in das weltverlorene Gebiet des ewigen Schnees sich streckt und die Fernleitung hochgespannten Stromes das Gelände überspinnt. Über den Ursprung aller Naturkraft aber wird ewig ein geheimnisvoller Schleier sich breiten für den Ingenieur, wie für den Philosophen. —

VORTRÄGE UND DISCUSSIONEN

von der 71. Naturforscherversammlung zu München.

M. Grübler (Berlin), Ringspannungen und Zugfestigkeit.

Rotiert ein homogener isotroper Hohlcylinder von den Radien r_1 und r_2 ($r_2 > r_1$), dessen Begrenzungsflächen keinen Drucken ausgesetzt sind, und dessen specifisches Gewicht ε ist, gleichförmig mit der Winkelgeschwindigkeit ω um seine vertikal gestellte geometrische Achse, so entstehen durch die Centrifugalkräfte im Cylinder sowohl Ringspannungen (senkrecht zur Meridianebene), als auch Radialspannungen. Die grösste aller Spannungen ist die Ringspannung an der inneren Begrenzungsfläche des Hohlcylinders (vgl. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1897, S. 860 ff.); für sie findet sich der Ausdruck

$$max(\sigma) = \tfrac{1}{4}\,\varepsilon\,\omega^2 (r_1{}^2 + 3\,r_2{}^2).$$

Bei Ableitung dieser Relation wurde vorausgesetzt 1. dass die Masse des Körpers sein Volumen stetig und gleichmässig erfülle, 2. die Querdehnung vernachlässigt werden könne, 3. Proportionalität zwischen Dehnung und Spannung vorhanden, d. h. der Elasticitätsmodul unveränderlich sei. Findet letzteres bis zur Festigkeitsgrenze statt (was bei einigen Körpern mit hinreichender Annäherung der Fall ist), so ergiebt sich als die Zugfestigkeit K_z des Materiales

$$K_z = \tfrac{1}{4}\,\varepsilon\,\omega_m{}^2 (r_1{}^2 + 3\,r_2{}^2),$$

falls ω_m die Winkelgeschwindigkeit bezeichnet, bei der das Zerreissen des Körpers eintritt.

Versuche an Hohlcylindern aus weichem Sandstein vom specifischen Gewicht $\varepsilon = 2{,}3$ gr/cm^{-3}, bei welchem der Elasticitätsmodul bis zur Festigkeitsgrenze nahezu unveränderlich ist, ergaben im Mittel

$$K_z = 51{,}5\ at.$$

Dieser Wert ist etwa $2\tfrac{1}{2}$ mal so gross als der durch sorgfältige Zerreissversuche an Prismen aus dem gleichen Material gefundene Wert

$$K_2 = 21{,}6\ at.$$

Dieser grosse Unterschied ist nach Ansicht des Vortragenden in der Hauptsache auf die Unvollkommenheit des Zerreissversuches zurückzuführen; denn die theoretisch dabei zu Grunde gelegte gleichmässige Spannungsverteilung in den Querschnitten der zerrissenen Prismen ist thatsächlich nicht vorhanden.

Besonders merkwürdig ist das Ergebnis des Versuches mit einem Vollcylinder aus dem gleichen Material. Die Theorie ergiebt als Maximalspannung in der Achse des Vollcylinders den Ausdruck

$$max(\sigma) = \tfrac{3}{8}\,\varepsilon\,\omega^2 r_2{}^2,$$

während sich bei einem Hohlcylinder, für den r_1 verschwindend klein angenommen würde, aus obiger Relation

$$max(\sigma) = \tfrac{3}{4}\,\varepsilon\,\omega^2 r_2{}^2$$

findet. Diese beiden Spannungen verhalten sich sonach wie 1 : 2, woraus folgt, dass die Winkelgeschwindigkeit, bei welcher der Vollcylinder springt, das $\sqrt{2}$-fache der Winkelgeschwindigkeit sein müsste, bei welcher der Hohlcylinder zerreisst. Thatsächlich sprang aber der dem Versuch unterworfene Vollcylinder ungefähr bei derselben Winkelgeschwindigkeit, bei welcher die Hohlcylinder zerstört wurden. Dieser auffallende Widerspruch mit de Theorie

liegt offenbar darin begründet, dass das verwendete Material das Körpervolumen nicht stetig erfüllt, wie dies bei der Ableitung der bezüglichen Formeln vorausgesetzt wurde. Auf der Annahme der Stetigkeit der Materie beruht aber der Spannungsbegriff und seine Verwendung in der heutigen Elasticitätstheorie; es liegt daher in dem Mitgeteilten ein Fall vor, in welchem letztere versagt, d. h. in dem es nicht gestattet ist, die Molekularkräfte durch Flächenkräfte zu ersetzen.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 26. Oktbr. 1899.)

REFERATE.

Astrophysik.

Besorgt von Professor Dr. L. Ambronn.

Bestimmung der Helligkeit von 96 Plejadensternen. Von G. Müller und P. Kempf. A. N. 3587—3588.

Der Umstand, dass die im II. Teile der Potsdamer photometrischen Durchmusterung gegebenen Helligkeitswerte von 21 Plejadensternen bei der Vergleichung mit den Bestimmungen von Lindemann, Pickering und Pritchard beträchtliche Unterschiede ergaben, bewog die Herren Müller und Kempf eine specielle Untersuchung der Helligkeit aller jener Plejadensterne vorzunehmen, welche sich innerhalb eines Abstandes von $\pm$ 3^m 30^s in Rektascension und $\pm$ 45′ in Deklination von Alcyone in der B. D. aufgeführt finden.

Um ganz unabhängig von ihren früheren Bestimmungen zu verfahren, legten sie zunächst eine neue Skala von Anhaltsternen in den Plejaden selbst fest. Die Helligkeitsdifferenzen von acht Hauptsternen, in Intervallen von etwa einer Grössenklasse, zwischen 3 und 10 Gr., wurden dadurch bestimmt, dass der hellere Stern durch Vorstecken einer Sektorblende mit zwei Ausschnitten von je 72° vor das Objektiv um $\frac{144}{360}$ seines Betrags, d. h. um 0.995 Grössenklassen geschwächt, und die verbleibende Differenz mit dem Zöllnerschen Photometer gemessen wurde. Ein störender Einfluss der Beugung trat bei dieser Abblendung noch nicht auf, und etwaige Ungleichheiten in der Durchlässigkeit verschiedener Stellen des Objektivs wurden durch Drehen der Blende zwischen den einzelnen Beobachtungssätzen eliminiert. Der Übergang von diesen sieben Helligkeitsdifferenzen auf absolute Grössenangaben wurde behufs möglichsten Anschlusses an das System der Potsdamer Durchmusterung so vorgenommen, dass die Unterschiede zwischen den auf beide Fundamentalsysteme bezogenen Bestimmungen bei den 21 gemeinsamen Sternen im Mittel verschwanden. So erhielt der hellste Stern No. I, Alcyone, die Gr. 3.19, der schwächste No. VIII die Gr. 10.14; der durch das Aneinanderreihen der gemessenen Differenzen wachsende w. F. erreicht bei diesem letzten Stern erst $\pm$ 0.037 einer Grössenklasse.

In dieses Netz wurden die meisten der übrigen 88 Sterne in Zonen derart eingefügt, dass jeder mit dem nächsthelleren und schwächeren Fundamentalstern verglichen und seine Helligkeit interpoliert wurde. 28 Sterne waren indes schwächer als Hauptstern No. VIII, so dass bei ihnen eine Erweiterung der Skala durch Extrapolieren stattfand und ihr Gewicht etwas geringer ist.

Die Vergleichung des neuen Verzeichnisses mit anderen ergab vollständige Übereinstimmung mit den auf anderer Grundlage erhaltenen Werten der Potsdamer photometrischen Durchmusterung. Ausserdem sei hier nur betreffs der mit den bislang ausführlichsten Bestimmungen von Lindemann aufgeführt, dass die Lindemannsche Skala mit der Potsdamer (bez. des Verhältnisses zweier aufeinander folgenden Grössenklassen) übereinstimmt, und dass seine absoluten Werte durch Addition von im Mittel 0.62 Grössenklassen auf die Potsdamer gebracht werden können. Eine Abweichung zeigen nur die sieben hellsten Sterne Lindemanns, bei denen eine fehlerhafte Bestimmung seines Vergleichsterns Merope wahrscheinlich ist.

Bei der Wichtigkeit, die gerade die Plejaden für photometrische Zwecke, besonders methodischer Art, besitzen, ist die neue umfassende Messungsreihe der Herren Müller und Kempf von besonderem Werte.

H. Clemens.

BESPRECHUNGEN.

Theorie und Geschichte des photographischen Objektivs nach Quellen bearbeitet von Dr. M. v. Rohr. Berlin, Springer 1899. XX u. 436 Seiten. 148 Textfiguren, 4 Tafeln. M. 12.—.

Die konstruktive Optik ist während der letzten Periode zweifellos im Vergleich zu anderen Disziplinen der Physik eine Art Stiefkind der Vertreter der Wissenschaft gewesen, und nur einzelne Zweige der Optik, welche ihrer

Natur nach mit anderen Wissenschaften in stetem Kontakt blieben, wie die Fernrohr- und Mikroskop-Optik haben sich dauerndes Interesse dafür bewahrt. Erst in neuester Zeit beginnt das Gebiet der photographischen Optik sich die Aufmerksamkeit der Physiker zu erobern, nachdem dasselbe anfangs allmählich, in neuester Zeit jedoch in rapider Entwickelung hochbedeutsame theoretische und praktische Erfolge errungen hat. Ein beredtes Zeugnis davon legt nächst Czapskis Behandlung in Winkelmanns Handbuch die Darstellung der Optik in Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik durch Lummer ab, in welcher wohl zum ersten Mal in einem physikalischen Lehrbuch die photographische Optik eingehend behandelt ist.

Es dürfte bekannt sein, dass die besonderen Schwierigkeiten der photographischen Optik darin liegen, dass ihr im Gegensatz zur Fernrohr- und Mikroskop-Optik die Abbildung ausgedehnter Objekte mittelst stark gegen die Axe schiefer Strahlen und zwar auf einer Ebene obliegt, dass also ausser den Forderungen der Achromasie, und der Beseitigung der sphärischen Aberrationen auf der optischen Axe noch die der Aufhebung des Astigmatismus, der Koma, der Spiegelflecke und Verzeichnung und die der Bildfeldebnung zu bewältigen sind.

Da zweifellos die weitaus bedeutendsten Fortschritte überhaupt und speziell der neuesten Zeit ihren Ursprung der Arbeit oder Anregung des genialen Optikers Abbe und seiner Mitarbeiter an der Zeissschen Werkstatt verdanken, welche auf allen Gebieten ihrer Fabrikation wissenschaftlich und technisch bahnbrechend gewirkt hat, so darf man eine Darstellung der photographischen Optik von einem namhaften wissenschaftlichen Mitarbeiter dieser Werkstatt freudig begrüssen.

Das Werk zerfällt in einen theoretischen und einen historischen Teil. Obwohl der erstere (80 Seiten) keinen selbständigen Wert nach den Worten des Verfassers beansprucht, wohl weil er keine neuen Entdeckungen enthält, so ist er dennoch als wertvoll zu bezeichnen wegen der geschickten und natürlich korrekten Darstellung der photographisch-optischen Verhältnisse und zur Einführung in das Verständnis der Kunstausdrücke dieses Gebietes. Ganz besonders zu begrüssen ist die ständige Erläuterung des Inhalts durch Figuren und graphische Darstellungen, die sich nicht nur dort finden, wo sie allgemein üblich und unvermeidlich sind. So erscheint die Arbeit, welche auf die graphische Darstellung der mannigfachen Aberrationsverhältnisse verwendet ist, in hohem Grade dankenswert.

Der historische Teil, welcher von speziellem Wert für den photographisch-optischen Forscher ist, enthält eine möglichst vollständige Behandlung aller für die Entwickelung dieses Zweiges der Optik theoretisch und praktisch wichtig gewordenen Konstruktionsprinzipien. Das umfangreiche und gewissenhafte Quellenstudium des Verfassers bürgt dafür, dass dieser Teil einen zuverlässigen Überblick über alles bisher bekannte gewährt, der speziell davor schützen soll, alte Entdeckungen von neuem zu machen, wie dies z. B. an der Geschichte des Teleobjektes vom Verfasser nachgewiesen wird. Durch die historische Behandlung und zahlreiche interessante biographische Notizen ist dieser Teil des Buches besonders anziehend zu lesen. Der Schwerpunkt liegt naturgemäss in der Darlegung der die einzelnen Fortschritte bringenden Ideen und der sie verkörpernden Objektivtypen. Diese letzteren sind durchweg figürlich dargestellt und ihre Konstruktionsdaten, soweit möglich, mit bewunderungswürdigem Fleiss zusammengetragen worden. Für die Sorgfalt des Verfassers kennzeichnend ist die Bearbeitung aller Objektivabbildungen auf ein durchweg vergleichbares Maass, nämlich auf die Äquivalentbrennweite von 100 mm. Die Durchführung dieses originellen Gedankens fördert den Vergleich der verschiedenen Objektive in überraschender Weise. In erhöhtem Maasse noch ist dies der Fall auf den beigehefteten 4 Tafeln, welche in dieser Weise nicht nur die wichtigsten Objektivtypen selbst, sondern auch die graphischen Darstellungen ihrer wichtigsten Aberrationsfehler, nämlich der sphärischen und astigmatischen, übersichtlich zusammenstellen, sowie durch verschiedene Schraffierung den Charakter der verwendeten Glassorten erkennen lassen. Ein sehr vollständiger Litteraturnachweis erhöht für den optischen Forscher den Wert des Buches und giebt zugleich einen Begriff von der in ihm enthaltenen Arbeit.

Eine möglichst sachliche Würdigung der Anteile, welche die verschiedenen Optiker und optischen Institute an den Fortschritten der Objektivkonstruktionen gehabt haben, ist angestrebt worden, und darf im wesentlichen auch als erreicht bezeichnet werden. Die Zugehörigkeit des Verfassers zu dem im Wettbewerb beteiligten Hause Zeiss hat eine absolute Objektivität einerseits erschwert, andererseits auch erleichtert, denn die Firma Zeiss hat sich in Konkurrenzstreitigkeiten stets durch vornehme Sachlichkeit ausgezeichnet. Das Buch ist nach allem für eine Orientierung auf dem Gebiet der photographischen Optik aufs wärmste zu empfehlen.

R. Abegg.

Personalien.

Als Nachfolger von Professor Dr. Walter König ist Privatdocent Dr. Hermann Th. Simon aus Göttingen als Docent für Physik bei dem Physikalischen Verein nach Frankfurt a/M. berufen.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.